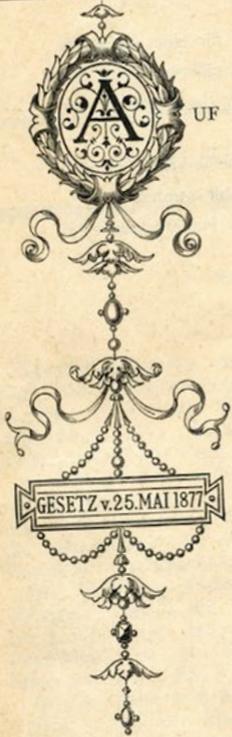




# PATENT-URKUNDE

N<sup>o</sup> 50739



AUF GRUND DER ANGEHEFTETEN BESCHREIBUNG UND ZEICHNUNG IST DURCH BESCHLUSS DES KAISERLICHEN PATENTAMTES

*Siegmond Biefler, Ingenieur und  
Fabrikbesitzer in München,*

EIN PATENT ERTHEILT WORDEN.

GENEGENSTAND DES PATENTES IST:

*Doppelradhemmung für Chronometer mit voll-  
kommen freier Umrufe und für Pendeluhren  
mit freiem Pendel.*

ANFANG DES PATENTES: *18. Juli 1889.*

DIE RECHTE UND PFLICHTEN DES PATENT-INHABERS SIND DURCH DAS PATENT-GESETZ VOM 25. MAI 1877 (REICHSGESETZBLATT FÜR 1877 SEITE 501) BESTIMMT.

ZU URKUND DER ERTHEILUNG DES PATENTES IST DIESE AUSFERTIGUNG ERFOLGT.

Berlin, den *12. Februar 1890.*

KAISERLICHES PATENTAMT

Beglaubigt durch *Frank*

Bureau-Vorsteher des Kaiserlichen Patentamtes.

*Wegen der Patentgebühr ist die zweite und letzte Seite dieser Urkunde zu beachten!*

9. Erdmännle  
Königliche Patent-  
G. DEBREUX  
Patent- & Zeichen-  
Anstalt

BERNHARD HUBER

# Ingenieur der Präzision. Pendeluhrn von Sigmund Riefler

Von amerikanischen Uhrenfreunden wurde Sigmund Riefler 2012 zum bedeutendsten Uhrmacher aller Zeiten gewählt.<sup>1</sup> Ein guter Grund, sich im vorliegenden Beitrag mehr mit Sigmund Riefler und seinen Leistungen zu beschäftigen.

## Die frühen Jahre

Sigmund Riefler (1847–1912) wurde in einem kleinen Dorf im Allgäu geboren. Er besaß einen vielversprechenden familiären Hintergrund für seine späteren Erfolge. Sein Vater Clemens Riefler (1820–1876) hatte eine vierjährige Uhrmacherlehre abgeschlossen und für sich selbst eine Standuhr gebaut. Bereits im September 1841 gründete er zusammen mit drei Arbeitern die Firma Clemens Riefler und begann sofort mit der Fertigung von technischem Reißzeug.

Er nutzte den steigenden Bedarf an feinmechanischen Mess- und Zeichengeräten im Rahmen der Industrialisierung des 19. Jahrhunderts. Bereits 1843 erfand Clemens Riefler den revolutionierenden Zirkelkopfgriff, der sich weltweit durchsetzte und die Firma Riefler als Marke weltberühmt machte.

Nach dem Tod seines Vaters konstruierte Sigmund Riefler ein weiteres 1877 patentiertes Zirkelsystem, das ebenfalls Weltgeltung erlangte und dann 100 Jahre lang unverändert hergestellt wurde. Die überlegene Konstruktion und die hervorragende Präzision der Reißzeuge, für die Riefler viele Auszeichnungen erhielt, (Abb.1) waren entscheidend für den wirtschaftlichen Erfolg der Firma und das weltweite Ansehen der Marke.



Abb. links: Patenturkunde 50739 zur Doppelradhemmung für Chronometer von 1889 (Foto: Dieter Riefler)

Abb. 1: Die Auszeichnungen der Firma Clemens Riefler um 1885 (DGC-Archiv)

Sigmund Riefler besuchte die Gewerbeschule in Kaufbeuren im Allgäu und fertigte 1865 am Ende der Mechanikerlehre bei seinem Vater eine Rahmenwanduhr mit Pendel und Hakenankergang an. Danach begab sich der 18-jährige nach München, um am Polytechnikum Mathematik, Geodäsie, Physik und Elektrotechnik sowie an der Universität Astronomie zu studieren. Von 1870 bis 1876 hat er als Landvermesser in Schleswig-Holstein gearbeitet und in dieser Zeit auch neue Vermessungsgeräte entwickelt. Nach dem Tod seines Vaters 1876 übernahmen die drei Brüder gemeinsam die väterliche Firma. Zwecks engerer Verbindung zu wissenschaftlichen Instituten und vor allem zur Sternwarte verlegte Sigmund Riefler 1878 seinen Wohnsitz nach München. Die beiden Brüder Adolf und Theodor verblieben im Allgäu und leiteten dort die florierende Reißzeugfertigung.

Die finanziell gute Situation des Unternehmens ermöglichte Sigmund Riefler den Erwerb des repräsentativen Anwesens Lenbachplatz 1 in München, das dann sein Wohnhaus sowie Forschungsstätte und Prüflabor wurde.

### **Die Erfindungen von Sigmund Riefler und seine Veröffentlichungen**

#### **Die Uhrenhemmungen von Sigmund Riefler**

In seinem Labor widmete sich Riefler hauptsächlich dem Ziel einer genaueren Zeitmessung. Einen großen Einfluss hatte dabei der Leiter der Universitätssternwarte in München-Bogenhausen, Hugo von Seeliger, der ihm den Wunsch nach einer Präzisionsuhr vorgetragen hatte. Mit seinem strikt ingenieurmäßigen Denken und als vorzüglicher Mathematiker vertiefte sich Sigmund Riefler in diese Problematik.

Riefler war kein ausgebildeter Uhrmacher, hatte sich aber schon frühzeitig mit dem Thema der Zeitmessung befasst. Dabei hatte er sich zunächst Uhrwerken mit Spirale und Unruh zugewandt. Schon nach Abschluss seiner Mechanikerlehre 1865 schwebte ihm eine Hemmung vor, bei welcher »die Übertragung der Kraft vom Räderwerk auf die Unruhe durch Vermittlung der Spirale besteht«. Im Alter von 22 Jahren fertigte er 1869 im elterlichen Betrieb ein erstes Modell an. Aber weder dieses Modell noch »eine ganze Anzahl anderer Konstruktionen, die ich im Lauf der Jahre ausführte«, waren zufriedenstellend. Erst »zu Anfang vorigen Jahres (1889) ist es mir gelungen, die Konstruktion des nachfolgend beschriebenen Echappements zu finden, welches theoretisch vollkommen ist und sich gleichzeitig durch eine fast überraschende Einfachheit auszeichnet. Überdies ist dasselbe auch anwendbar für Pendeluhrn mit vollständig freiem Pendel«. <sup>2</sup> Hierfür wurde Sigmund Riefler das Patent DRP 50739 erteilt (vorherige Seite, Abb.links). In der Deutschen Uhrmacher-Zeitung vom März 1890 beschrieb er seine neue Erfindung als »Hemmung für Chronometer und andere tragbare Uhren mit vollkommen freischwingender Unruhe und für Standuhren mit gänzlich freischwingendem Pendel«. <sup>3</sup>

Die Lektüre dieser Veröffentlichung ist lohnend, da sie eindrucksvoll die analytische Denkweise Rieflers zeigt. Seine revolutionäre Grundidee war, das seit Jahrhunderten bei jeder Hemmung verwendete Prinzip der direkten Kraftübertragung auf die Unruh als unvollkommen auszuschließen. Riefler bewegte vielmehr im Takt jeder Schwingung den Befestigungspunkt der Unruhspirale hin und her, so dass die Unruh selbst völlig freischwingen konnte. Für die technische Ausfüh-

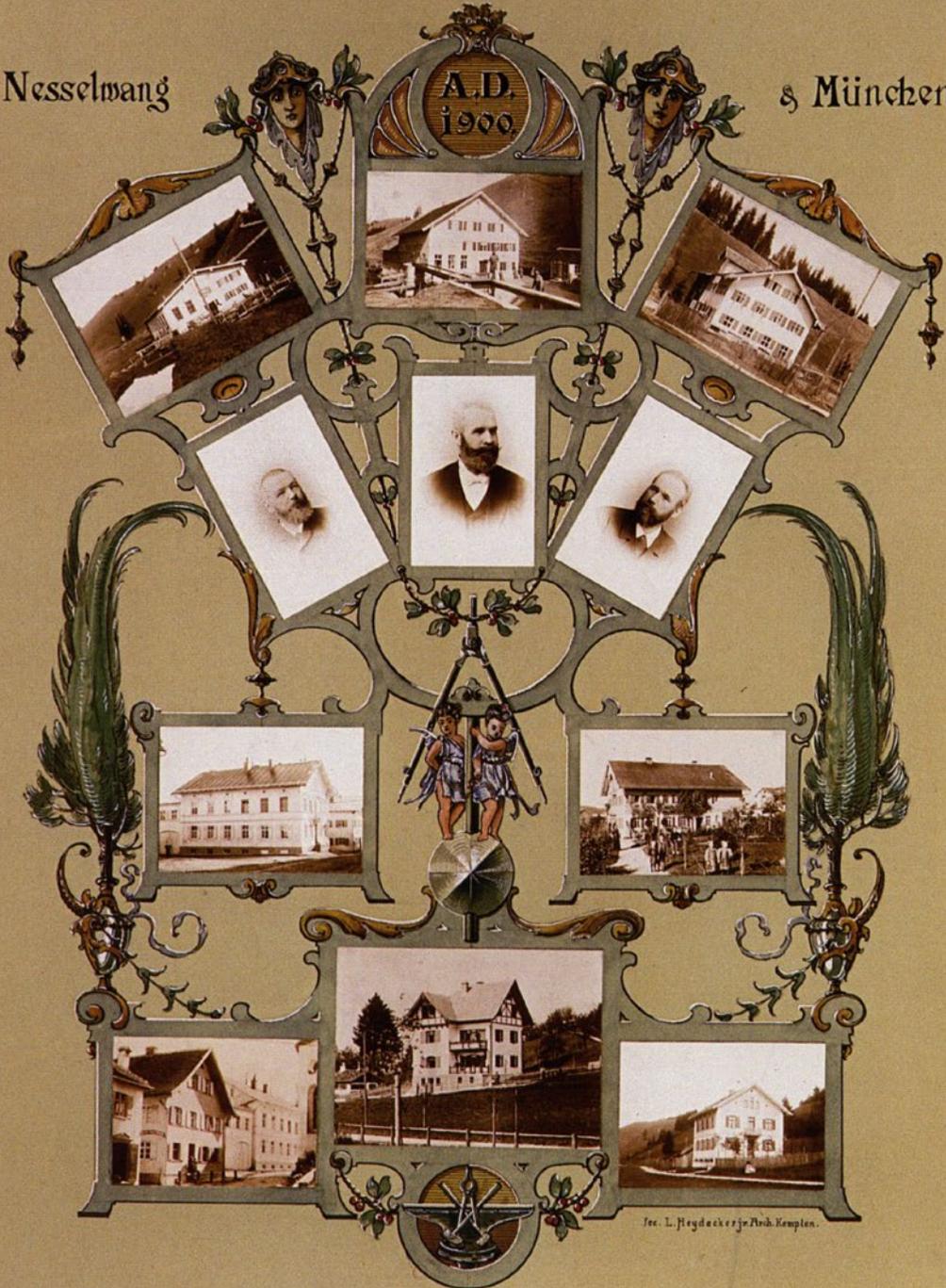
Abb. 2: Das Unternehmen um 1900 mit Adolf (links), Sigmund (Mitte) und Theodor Riefler (rechts) (DGC-Archiv)

# Clemens Dreyler

FABRIK mathematischer INSTRUMENTE

Nesselwang

8 München.



Inv. L. Heydacker in Arch. Kempten.

nung entwickelte er ein spezielles Hemmungsdoppelrad, eine völlig neue Konstruktion ohne jedes Vorbild. Ein Modell hierzu zeigt Abbildung 3.

In seiner Patentschrift weist Sigmund Riefler bereits darauf hin, dass das von ihm vorgestellte Prinzip dieser vollkommen freien Hemmung auch auf Pendeluhrn anwendbar ist. Die entsprechende Ausführung zeigt Abbildung 4. In Analogie zur Spiralfeder einer Unruh dient nun die Pendelfeder zur Energiezufuhr für das Pendel in einer massiven Schneidenaufhängung. Im Takt der Pendelschwingungen wird die Pendelfeder etwas gespannt und vermittelt so dem Pendel die notwendige Kraft, um die Schwingung aufrecht zu erhalten.

Nach dem Zeitpunkt des Patentantrags im Juli 1889 bis 1894 erfolgten schrittweise zahlreiche Verbesserungen, bis 1907 die finale Ausführung

vorlag. Neben Eduard Saluz<sup>4</sup> hat in jüngster Zeit Jürgen Ermert, Verfasser des mehrbändigen Standardwerks *Präzisionsuhren in Deutschland 1730–1940*,<sup>5</sup> intensiv zu diesem Thema geforscht und zahlreiche neue Erkenntnisse gewonnen. Seine Ergebnisse stehen in Kürze zur Verfügung.<sup>6</sup>

In der Praxis zeigte sich, dass die freie Federkrafthemmung eine hohe Empfindlichkeit gegenüber Erschütterungen besaß und den Gang der Uhr empfindlich stören konnte. Riefler konstruierte deshalb eine weitere Hemmung, die sich durch einen noch einfacheren Mechanismus auszeichnete.<sup>7</sup> Er nannte sie »Freie Schwerkrafthemmung mit Pendelschwingung um eine Schneidenachse«. Im Juni 1913 wurde hierzu das Deutsche Reichs-Patent 272119 erteilt. Den Antrieb für das Pendel vermittelten jetzt zwei kleine Krafthebel, die an dem Pendelträger angebracht



Abb. 3: Modell für neue Hemmung mit völlig freischwingender Unruh und Antrieb über Spiralklötzchen (Foto: Deutsches Uhrenmuseum, Inv. 2011-026)

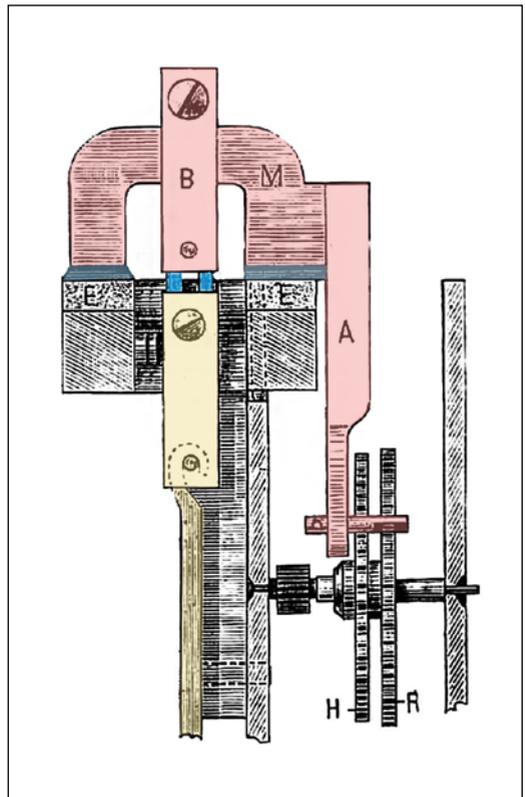


Abb. 4: Freie Federkrafthemmung für Pendeluhrn, Prinzipdarstellung. Rot: Pendelbock mit Anker und Schneidenaufhängung (grau), Pendelfeder (blau), Pendel (gelb)

waren und ebenfalls von einem Doppelhemmungsrads gesteuert wurden.

Riefler beabsichtigte nicht, seine neue Schwerkrafthemmung gegenüber der Federkrafthemmung weiter zu vervollkommen. Sein Ziel war vielmehr, eine relativ preisgünstige, leicht handhabbare und wenig empfindliche Präzisionspendeluhr zu schaffen. Er hat damit bewusst auf höchste Leistung verzichtet. In der Praxis hat sich aber herausgestellt, dass die Uhren mit Schwerkrafthemmung noch bessere Gangergebnisse als mit freier Federkrafthemmung erzielten.<sup>8</sup>

### Die neuen Pendel von Sigmund Riefler

Riefler war klar, dass er für eine Präzisionspendeluhr neben einer neuen Hemmung auch ein erstklassiges Pendel benötigte. In der Einleitung zu seiner umfassenden Schrift von 1894 schreibt er: »Die Gleichförmigkeit des Ganges einer Pendeluhr hängt hauptsächlich von zwei Factoren ab: Erstens von der Wärme-Compensation des Pendels, zweitens von der Vollkommenheit des Echappements«. <sup>9</sup> Interessant ist, dass er das Pendel an erster Stelle nennt.

Konsequenterweise hat sich Sigmund Riefler deshalb nach der Entwicklung seiner freien Federkrafthemmung sofort der Verbesserung der Pendel zugewandt. Dazu hat er vier Anforderungen an ein Pendel aufgestellt, um eine optimale Temperaturkompensation zu erreichen.<sup>10</sup> In seiner Analyse kommt Riefler zum Schluss: »Das für die Herstellung von Compensationspendeln am besten geeignete Material ist unstreitig das Quecksilber«. <sup>11</sup> Die seit der Erfindung vom Graham 1721 verwendeten Quecksilber-Kompensations-Pendel mit einer eisernen Pendelstange und einem mit Quecksilber gefüllten Gefäß am unteren Ende sind aber ungünstig. Rasche Temperaturwechsel wird der dünne Pendelstab schnell aufnehmen, aber es dauert lange, bis auch die große kompakte Quecksilbermasse die neue Temperatur erreicht hat. Ferner befindet sich das Quecksilber als Kompensationselement nur am unteren Ende des Pendels, weshalb unterschiedliche Temperaturen in den verschiedenen Höhen die Kompensationswirkung sind. Außerdem ist die Form des klassischen Quecksilber-Pen-

dels für ein leichtes Durchschneiden der Luft ungünstig.

Sigmund Riefler vermied diese Nachteile, indem er ein Stahlrohr nahm und es auf etwa zwei Drittel seiner Länge mit Quecksilber füllte. Außerdem benutzte er eine schmale, mehrere Kilogramm schwere Metalllinse. Hierfür erhielt er im März 1891 das Deutsche Reichs-Patent 60059.



Abb. 5: Quecksilber-Kompensations-Pendel von Riefler (Foto: Jürgen Ermert)



Da die Güte der Temperaturkompensation entscheidend vom Ausdehnungskoeffizienten des Stahlrohrs abhängt, ließ Riefler jedes Pendelrohr einzeln in der Physikalischen Reichsanstalt in Berlin prüfen.

Der erstmalige Einsatz dieses Pendels in der Riefler Uhr Nr. 1 (Abb. 6) mit Federkrafthemmung an der Sternwarte München brachte im Jahr 1891 einen Quantensprung. Die mit dieser Uhr erzielte außergewöhnliche Leistung ergibt sich eindrucksvoll aus den Aufzeichnungen der Münchener Sternwarte<sup>12</sup> (Abb. 7) sowie aus einem zeitgenössischen Vergleich des Gangverhaltens bei Temperaturänderungen der Riefler Uhr Nr. 1 und [Was heißt das konkret? Zahlen, Daten, Fakten. Vielleicht eine zeitgenössische Dissertation zur Ganggenauigkeit zitieren] Im Vergleich zu den Gangergebnissen anderer zeitgenössischer Hersteller von Pendeluhren schlug Sigmund Riefler mit seiner Uhr Nr. 1 die Konkurrenz deutlich, wie Abb. 8 zeigt.<sup>13</sup> Auch Ludwig Strasser, Direktor der Uhrmacherschule Glashütte, war nach einem Besuch 1892 in Rieflers Labor von der hohen Qualität des neuartigen Quecksilber-Kompensations-Pendels überzeugt.

Mit seiner freien Federkrafthemmung und in Kombination mit dem neuen Quecksilberkompensationspendel hatte Sigmund Riefler innerhalb von nur zwei Jahren die Ganggenauigkeit von Präzisionsuhren entscheidend verbessert. Bis 1900 wurden circa 230 dieser Quecksilberkompensations-Pendel verkauft,<sup>14</sup> überwiegend an andere Hersteller von Präzisionsuhren.

Abb. 6: Riefler Uhr No. 01, auf dem Zifferblatt graviert: S. Riefler, München 1890. Diese Uhr entstand in enger Zusammenarbeit mit Hugo von Seeliger, dem damaligen Direktor der Sternwarte München, und wurde dort ab 1891 eingesetzt (Foto: Jürgen Ermert – Deutsches Museum München)

Abb. 7: Das Gangverhalten der astronomischen Uhr Nr. 1 von Sigmund Riefler, ermittelt von der Sternwarte München 1891

**Auszug aus der Gangtabelle der astronomischen Uhr Riefler Nr. 1.**

Datum der Zeitbestimmung	beobachteter tägl. Gang Sekunden	mittl. täglich. Gang der Beobachtungs-Serie Sekunden	Temperatur C°	mittl. Barometerstand zwischen 2 Beobachtgn. mm	der ganzen Serie mm	auf 715,83mm Barom. red. tägl. Gang Sekunden				
1891 Sept. 1		+ 0,030	+ 19,4	715,5	719,03	- 0,002				
" 2	- 0,06		+ 20,6							
" 3	- 0,07		+ 21,3							
" 7	+ 0,06		+ 18,6							
" 9	+ 0,08		+ 18,6							
" 10	+ 0,02		722,8							
" 11	+ 0,09		+ 18,1							
" 11	- 0,05		+ 18,6							
" 12			+ 18,6							
1891. Dec. 5	+ 0,04		+ 0,023				+ 5,6	718,52	717,45	+ 0,007
" 10	+ 0,02						+ 5,0			
" 12	+ 0,11						+ 5,0			
" 21	+ 0,11	- 1,9								
" 23	+ 0,06	- 3,8								
" 23	+ 0,07	- 5,7								
" 28	- 0,02	- 1,0								
" 31	- 0,02	+ 4,0								
" 31	- 0,08									
1892. Jan. 10		+ 0,0								
1892. Aug. 16	- 0,02	+ 0,010	+ 22,3	720,6	716,33	+ 0,005				
" 18	- 0,01		+ 23,8							
" 19	- 0,05		+ 25,3							
" 20	- 0,05		+ 24,4							
" 22	+ 0,05		+ 24,4							
" 27	+ 0,03		+ 21,3							
" 27	- 0,01									
Septemb. 1			+ 20,6							
" 2	+ 0,06		+ 20,6							

**Zusammenstellung der Compensationsconstanten einiger der besten astronomischen Uhren.**

Lfd. Nr.	Name der Uhr und Ort ihrer Aufstellung	tägl. Gangänderung für + 1° C. Secd.	größte Temperaturdifferenz, C°	Quellenangabe
1	Hohwü Nr. 17 . . . . . Sternwarte zu Leiden	- 0,0151	17,6°	Kaiser, Astr. N. Bd. 63, Nr.1502
2	Tiede Nr. 400 . . . . . Sternwarte Berlin	+ 0,0222	15,4°	Zwink, Inaug.-Dissert. 1888.
3	Knoblich Nr. 1952 . . . . . Observ. Potsdam	- 0,0360	16,8°	Becker, Astr. N. Bd. 96, Nr.2290
4	Dent . . . . . Observ. Hongkong	- 0,0350	—	Doberck, „ „ Bd.120, Nr.2868
5	Hohwü Nr. 34 . . . . . Sternw. Upsala	- 0,0350 - 0,0265	15°	Schultz „ „ Bd.103, Nr.2452
6	Knoblich Nr. 1847 . . . . .	- 0,0025	19°	Schumacher „ „ Bd. 91, Nr. 2166
7	Dencker Nr. 12 . . . . . Sternw. Leipzig	- 0,0160	22°	R. Schumann, Ber. d. k. S. Gesellsch. d. Wiss. 1888
8	Hipp Sternw. Neuchâtel (von 1885—1887) . . . . .	+ 0,0610	—	Hirsch, rapport général sur l'observatoire de Neuchâtel
	Desgl. (von 1888—1890)	- 0,0049	16,5°	
9	Knoblich Nr. 1770 . . . . . Sternw. Bothkamp	- 0,0442	19,8°	Tetens, Inaug.-Dissert. 1892
10	Riefler Nr. 1 . . . . . Sternw. München	+ 0,0008	31°	Anding, Sternw. München.

Abb. 8: Das Temperaturverhalten von Präzisionsuhren führender Hersteller am Ende des 19. Jahrhunderts im Vergleich zur Riefler Uhr Nr. 1

Charles Édouard Guillaume entdeckte 1896 eine spezielle Nickel-Eisen-Legierung (ab 1907 als Invar bekannt), die sich bei Temperaturänderungen fast nicht verformt. Sigmund Riefler erkannte sehr schnell, dass ein Material mit solchen Eigenschaften hervorragend für die Herstellung von Pendeln für Präzisionsuhren geeignet sein sollte. Aufgrund des äußerst geringen Ausdehnungskoeffizienten eines Pendelstabs konnte er damit die Kompensationseinrichtung wesentlich vereinfachen. Wie in Abbildung 9 zu sehen, waren nur noch zwei kleine Kompensationsrohre aus Messing beziehungsweise Stahl notwendig, die lose auf das Pendelrohr aufgesteckt wurden und den Träger für die Pendellinse bildeten. Für dieses berühmt gewordene Pendel erhielt Riefler sein Deutsches Reichs-Patent 100870 bereits im Oktober 1897.<sup>15</sup>

Umfangreiche Versuche ergaben aber sehr schnell, dass die Stäbe nach ihrem Bezug (zunächst von Impy in Frankreich und dann auch von Krupp in Deutschland) infolge von ver-

bliebenen Molekularspannungen erhebliche thermische Nachwirkungen zeigten, wodurch die Ausdehnung der Stäbe nicht kontinuierlich, sondern unkontrollierbar ruckweise verlief.<sup>16</sup> Dieses Verhalten schloss einen Einsatz für eine Präzisionspendeluhr aus. Sigmund Riefler hat sich sofort mit Eifer in das Problem vertieft und als Lösung einen Prozess ausgearbeitet, bei dem die Pendelstäbe in einem speziell konstruierten Temperofen in Nesselwang 20 Tage sorgfältig nachbearbeitet wurden. Diese aufwändige Prozedur war letztlich entscheidend für die Langzeitkonstanz und die überragende Qualität der Rieflerschen Pendel. Dazu trug auch bei, dass für jeden Pendelstab der Ausdehnungskoeffizient einzeln durch die Physikalisch Technische Reichsanstalt in Berlin oder von Guillaume in Sèvres ermittelt wurde.<sup>17</sup> Und nicht zuletzt war es der streng methodische Ansatz, den Sigmund Riefler mit seinen tiefen Physikkenntnissen zur Berechnung der Kompensationselemente wählte. Die Details hierzu findet man bei Gie-

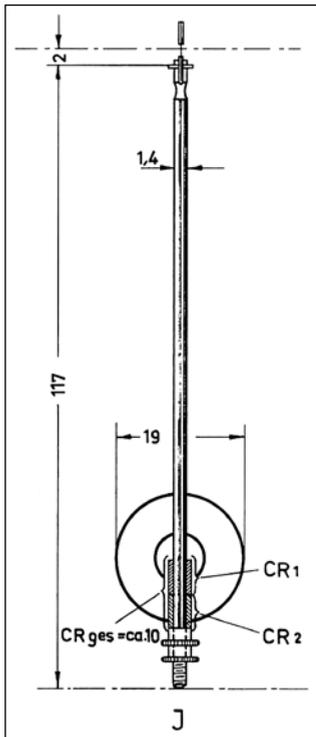


Abb. 9:  
Aufbau des Nickel-  
stahlkompensa-  
tionspendels von  
Riefler (Foto:  
Dieter Riefler)

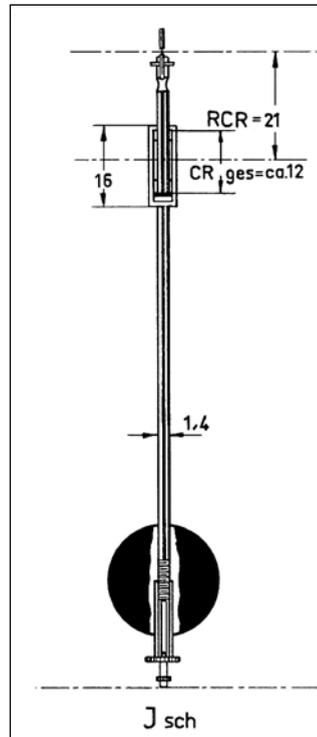


Abb. 10:  
Aufbau des  
Schichtungskom-  
pensationspen-  
dels von Riefler  
(Foto: Dieter  
Riefler)

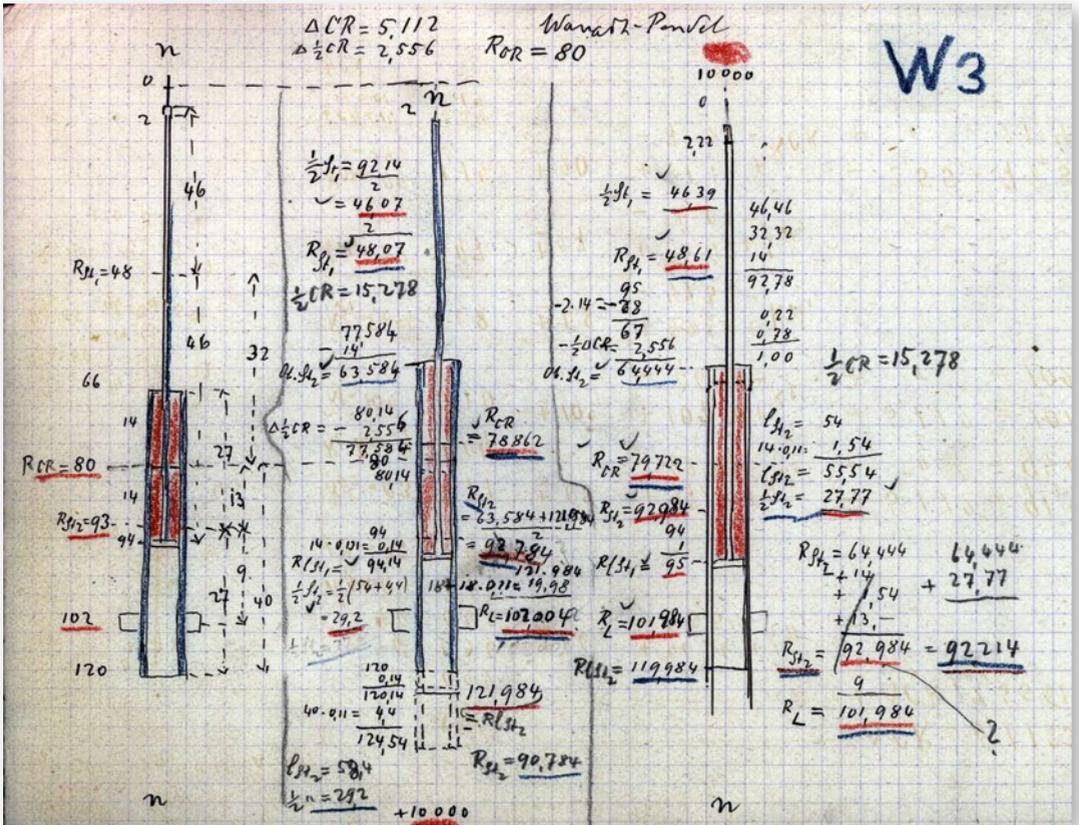


Abb. 11: Konstruktionsüberlegungen zum Schichtungskompensationspendel (DGC-Archiv)

bel.<sup>18</sup> Es spricht für die pragmatische Einstellung von Ludwig Strasser in Glashütte, dass er von seinem Hauptkonkurrenten 82 Rieflerpendel in der Zeit von 1899 bis 1918 bezog, die er vor allem in seine besten Uhren für Sternwarten einbaute. Strasser bot sogar in den eigenen Preislisten 1908 und 1913 als Alternative zu seinen eigenen Pendeln Nickelstahlpendel von Riefler an.<sup>19</sup>

Die Nickelstahlkompensationspendel von Riefler waren ingenieurmäßige Meisterleistungen und lösten schnell das Quecksilberkompensationspendel ab. Es traten jedoch vereinzelt Probleme auf, wenn im Uhrenraum (vor allem durch elektrische Heizung) in verschiedenen Höhen unterschiedliche Temperaturen auftraten. Damit war der obere Teil eines Pendels anderen Temperaturen ausgesetzt als der untere,

wo sich das Kompensationselement befand. Erstmals wurde diese Problematik von Bernhard Wanach vom Geodätischen Institut in Potsdam aufgegriffen. Er regte Sigmund Riefler an, für diese Problematik ein geeignetes Pendel zu entwickeln. Riefler arbeitete ab 1908 an diesem Problem und brachte nun das Kompensationselement im oberen Teil des Invarpendels an. (Abb. 10) Die mathematische Berechnung dieser Kompensationselemente erwies sich als extrem schwierig. Riefler fand keine geschlossene Lösung für das Problem und hat in einer iterativen Vorgehensweise zwei Mathematiker sechs Monate lang beschäftigt, die über 8000 Berechnungen durchführten. Abbildung 11 zeigt einen Ausschnitt aus einer dieser zahllosen Berechnungen.



Abb. 12: Zeitdienst-  
anlage im Deutschen  
Museum mit Hauptuhr  
Nr. 98 im Glastank und  
zwei Nebenuhren  
(Foto: Jürgen Ermert –  
Deutsches Museum)

Eine ausführliche Analyse hierzu findet sich bei Pavel.<sup>20</sup> Der Versuch, auch für dieses Pendel ein Patent zu erhalten, scheiterte dann am Patentprüfer. Trotz mehrmaliger Versuche sah sich dieser nicht in der Lage, die vielen Berechnungen zu verstehen. Riefler zog deshalb den Antrag wieder zurück.<sup>21</sup> Fest steht, dass die von der Firma Riefler gelieferten Schichtungspendel höchsten Anforderungen genügten. Offen bleibt die Frage, welchen Anteil die Schichtungspendel an der Gangleistung der Riefler-Uhren hatten.

Ab 1911 wurden 123 von 127 Riefler-Uhren im Glas-/Kupferzylinder mit Schichtungspendeln ausgestattet. Insgesamt wurden 135 Schichtungspendel produziert.<sup>22</sup> Das ist ein geringer Anteil

im Vergleich zu den insgesamt 4104 von der Firma Riefler hergestellten Invarpendeln. Da die Firma Riefler selbst nur 635 Uhren gebaut hat, wurde ein Großteil der Pendel aufgrund ihrer hervorragenden Eigenschaften von anderen Firmen für ihre Uhren erworben. Das geht aus der Korrespondenz der Firma Riefler im Archiv der Bibliothek der Deutschen Gesellschaft für Chronometrie in Nürnberg hervor. Riefler-Pendel für ihre Zwecke haben neben dem Hauptabnehmer Siemens unter anderem folgende Firmen für ihre Präzisionsuhren erworben: Bohmeyer, E. Boselli (Mailand), Bürk & Söhne, Fratelli Solari (Udine), Furtwängler, Hörz, Junghans, Lenzkirch, Neher, Strasser & Rohde, Telefonbau & Normalzeit sowie Theodor Wagner.



errichtete dann Alexander Bain eine Telegraphenlinie von Edinburgh nach Glasgow, auf der eine Hauptuhr Zeitanzeigen synchronisieren konnte. Das Zeitalter der Uhrenanlagen hatte begonnen.<sup>30</sup> Mit seiner 1907 veröffentlichten Schrift »Präzisions-Pendeluhrn und Zeitdienstanlagen für Sternwarten«<sup>31</sup> hat Sigmund Riefler den Astronomen in den Sternwarten eine Anleitung zu Einrichtung und Betrieb solcher Anlagen gegeben und hierfür zahlreiche Zusatzeinrichtungen wie elektrische Sekundenkontakte oder Polwechsel- und Synchronisationseinrichtungen entwickelt.

### Die Fertigung der Riefleruhren

Sigmund Riefler war kein Uhrmacher, sondern ein Ingenieur mit außergewöhnlichen Fähigkeiten. Seine großen Erfindungen mit der freien

Federkrafthemmung und dem Quecksilberpendel hat er 1889 bis 1891 in München in seinem Laboratorium am Lenbachplatz entwickelt. Die qualifizierten Feinmechaniker in Nesselwang produzierten in dieser Zeit ausschließlich hochwertige Reifzeuge, aber keine Uhren. Damit stellt sich die Frage, wer zunächst für Sigmund Riefler gefertigt hat. Jürgen Ermert hat sich auch mit diesem Thema intensiv beschäftigt.<sup>32</sup> Er zeigt auf, dass es ein längerer Weg bis zur Serienfertigung der Uhren und Pendel in Nesselwang war. Offensichtlich hat dabei die Firma J. Neher Söhne, München, eine wesentliche Rolle gespielt. Die Firma baute schon seit 1862 Uhren. In der Firmenschrift von 1899 wird betont, dass Neher »mit der Ausführung der Präzisionsuhren (System Dr. Riefler) von dem Erfinder vorzugsweise betraut wurde und zur ausschließlich alleinigen

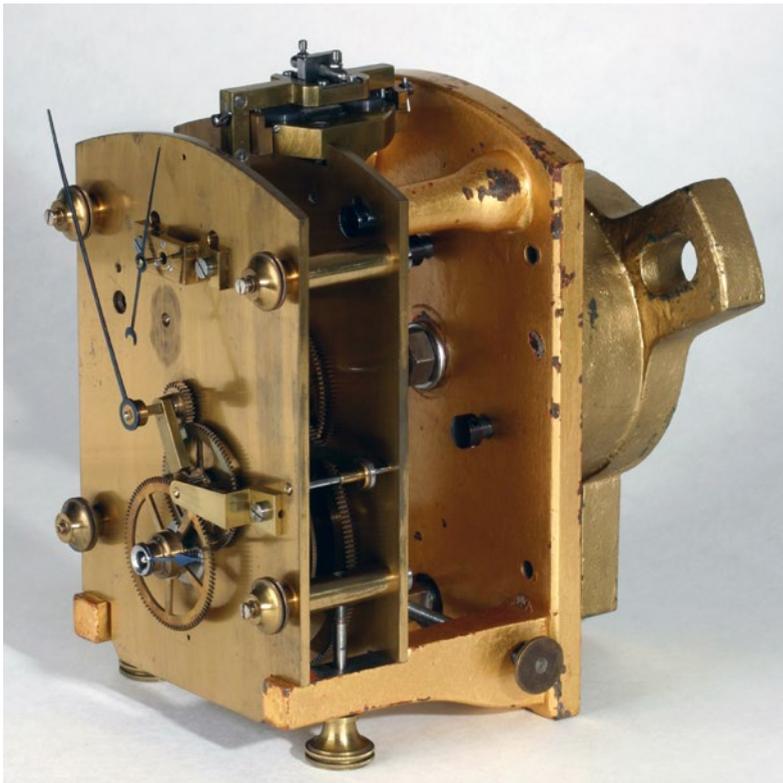


Abb. 14: Frühe Experimentaluhr von Riefler von 1890 mit Federkrafthemmung im Deutschen Uhrenmuseum Furtwangen (Foto: Deutsches Uhrenmuseum, Inv. 2011-027)

Anfertigung der Compensations-Pendel D. R. P. 60059 berechtigt ist.«.<sup>33</sup>

Fest steht, dass für die Uhr Nr. 1 (für die Münchener Sternwarte) das Rohwerk von Strasser & Rohde in Glashütte bezogen wurde und anschließend Riefler seine neue Hemmung eingebaut hat.<sup>34</sup> Auch die Werke der Riefleruhren Nr. 3 und 8 stammen aus Glashütte. Wie eine eingehende Untersuchung des sehr frühen Rieflerwerks von 1889 (Abb. 14) ergab, stammt das zugehörige Werk bei dieser Uhr nicht aus Glashütte, sondern vermutlich ebenfalls von J. Neher Söhne, München.<sup>35</sup>

Der nach zahlreichen schrittweisen Verbesserungen im Jahr 1907 von Sigmund Riefler erreichte Entwicklungsstand bildete dann die Basis für die Uhrenfertigung in Nesselwang bis zu deren Ende im Jahr 1965.<sup>36</sup> Riefler hat ab

etwa 1905 auch Uhren mit Grahamgang gebaut, die er gerne als synchronisierte Nebenuhren in Zeitdienstanlagen einsetzte. Damit erzielte er ebenfalls gute Gangresultate, obwohl er in seiner Schrift von 1894 diese Hemmung aus theoretischen Gründen ausgeschlossen hatte.<sup>37</sup>

### Die Ganggenauigkeit der Riefleruhren

Sigmund Riefler strebte in jeder Hinsicht nach Perfektion und maximaler Ganggenauigkeit für seine Uhren. Bereits ab 1895 montierte er die besten Uhren in luftdicht verschlossenen Gehäusen mit Glasglocken, um damit durch teilweises Auspumpen die störenden barometrischen Effekte zu eliminieren. Er garantierte für seine besten Tankuhren mit Schichtungspendel (Typ D) eine Ganggenauigkeit von  $\pm 0,01$  bis  $-0,03$  Sekunden pro Tag. Mit den Anga-

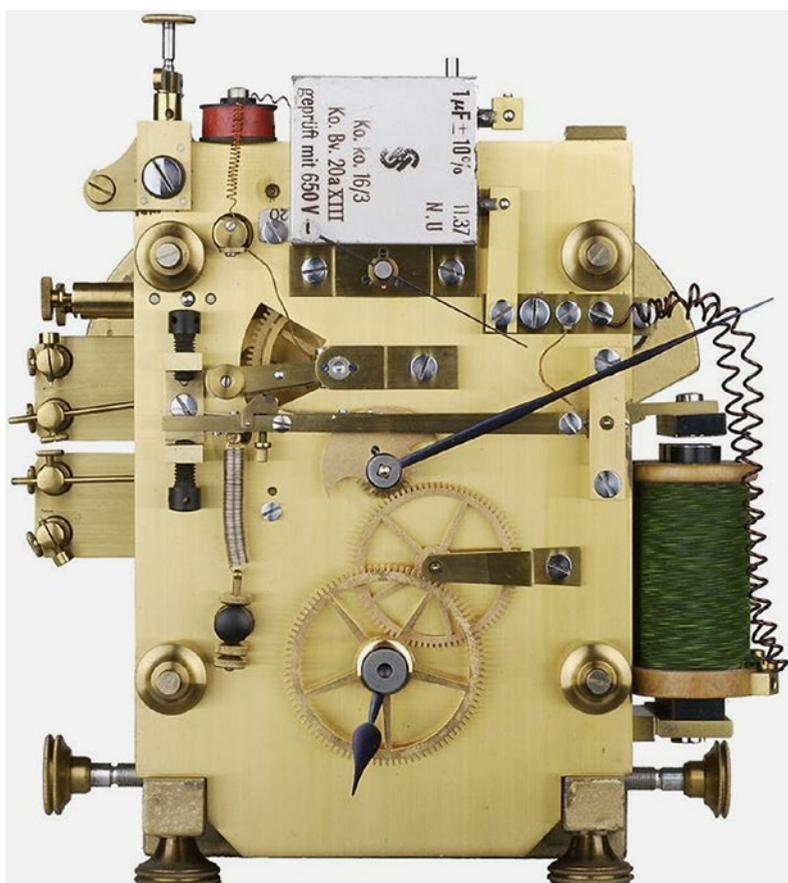


Abb. 15: Das Uhrwerk der Uhr Nr. 566 mit Schwerkrafthemmung (Foto: Deutsches Uhrenmuseum, Inv. 1999-148)

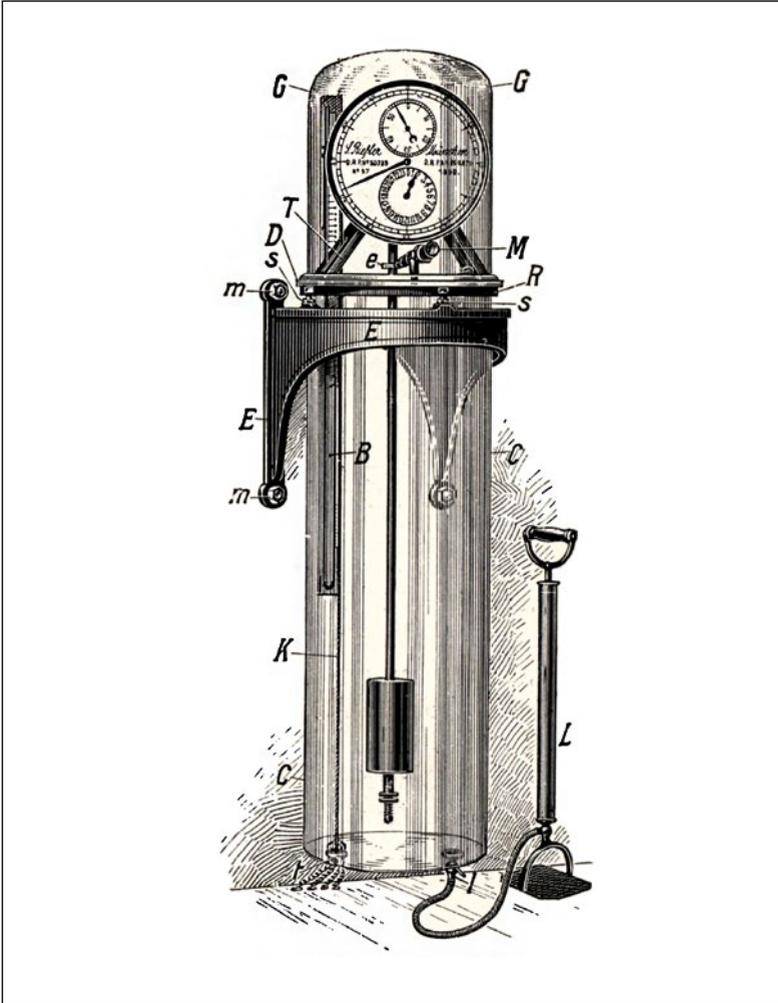


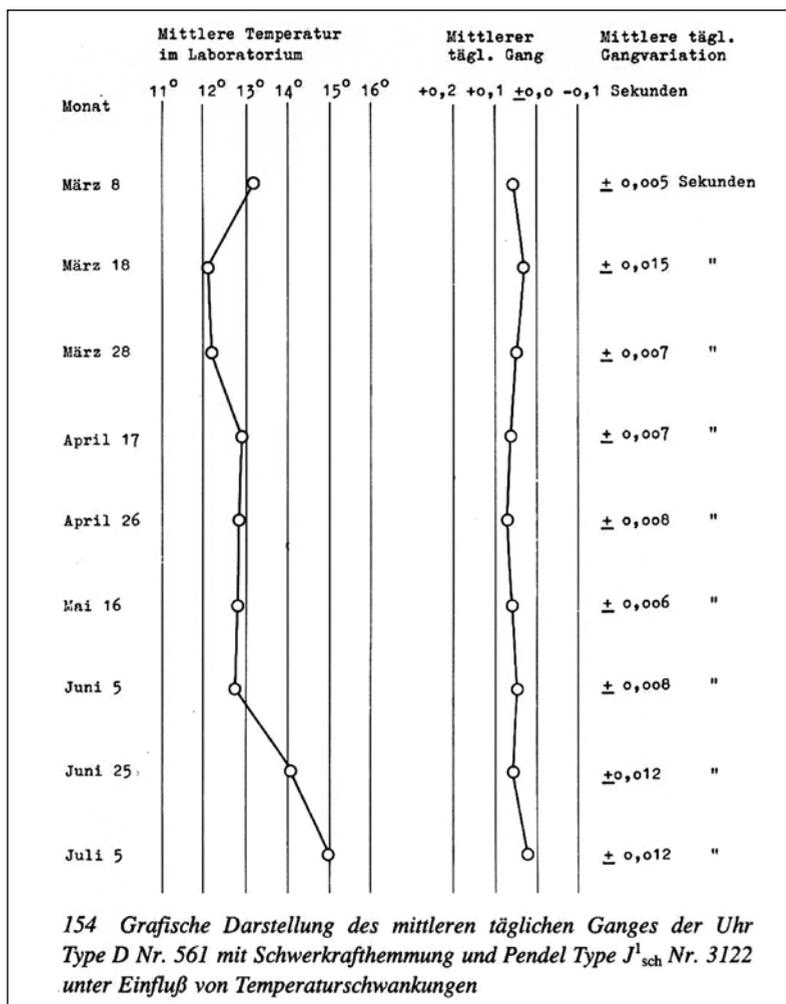
Abb. 16: Tankuhr im luftdicht verschlossenen Gehäuse mit Luftpumpe zur Regulierung der Uhr über Luftdruckänderung (DGC-Archiv)

ben aus seinem selbst erstellten umfangreichen Tabellenwerk<sup>38</sup> wurden die Pendel einer Uhr bereits vor Auslieferung auf den künftigen Aufstellungsort eingestellt. Dabei wurde selbst der Kohlendioxidgehalt der Luft oder der Feuchtigkeitsgehalt berücksichtigt. Und um ein Vor- oder Nachgehen so einer Uhr zu korrigieren, genügte eine kleine Änderung des Luftdrucks im Tank anhand einer mitgelieferten Tabelle.

Sigmund Riefler war damit schon ziemlich am physikalischen Limit einer mechanischen Uhr

angelangt. Das verdeutlichen folgende Zahlenbeispiele: Eine Verlängerung des Pendels um 0,002 mm bewirkt bereits ein Nachgehen der Uhr um 0,1 Sekunden pro Tag. Ändert sich die Masse eines Liters Luft um nur eine Promille, bedeutet das bereits eine tägliche Gangänderung um 0,01 Sekunden. Einen sehr großen Einfluss auf den Gang der Uhren hatten außerdem Erschütterungen, was eine möglichst erschütterungsfreie Aufstellung erforderte. Wie vollendet dann der Gang so einer Uhr war, zeigt beispielhaft Abbildung 17.

Abb. 17: Mittlerer täglicher Gang der Riefleruhr Nr. 561 mit Schichtungspendel 3122 bei Temperaturschwankungen (Foto: Dieter Riefler)



Vor Auslieferung wurde jede Uhr im Labor in Nesselwang monatlang getestet und hierzu täglich ihr Stand aufgezeichnet sowie die Konstanz des Ganges ermittelt. Abbildung 18 zeigt einen Ausschnitt aus einem Messprotokoll. Damit wurden Werte erreicht, die lange nicht überboten wurden.

Sigmund Riefler verstarb leider bereits 1912. Seine Nachfolger konnten die Uhren nicht mehr wesentlich verbessern. Die Entwicklung stand nicht still und 1921 entwickelte der englische Ingenieur William H. Shortt ein neues System, mit

dem Ganggenauigkeiten von besser als 0,01 Sekunde pro Tag erreicht wurden. Möglich wurde das durch ein frei schwingendes Pendel, das von einer »Slave Clock« alle 30 Sekunden einen kurzen mechanischen Impuls erhielt.

Angesichts der Gefahr, ins Hintertreffen zu gelangen, hat die Firma Riefler gerne die Ideen des Göttinger Physiker Max Schuler aufgegriffen, der 1924 eine völlig neue Pendeluhr vorschlug. In Weiterentwicklung des Konzepts von Shortt schwang das Pendel nun wirklich völlig frei, da es Schuler elektromagnetisch antrieb.

**D**

Einsenkundenkontakt 59 Jahre N<sup>o</sup> 356 Pendelgesch N<sup>o</sup> 1740

1914	t°	b mm	läng. l. A.	Corr. N <sup>o</sup> 84 gegen M. E. Z.	Corr. N <sup>o</sup> 356 gegen N <sup>o</sup> 84	Corr. N <sup>o</sup> 356 gegen M. E. Z.	Tagl. Gang	Mittelw. Tagl. Gang	M. A. gl. M. A. gl. M. A. gl.	M. A. gl. M. A. gl. M. A. gl.	El. Aufst.	Wick. Ω
Mai	7 16.8	713.5										
	8 25.1	715.5	90.8 90.8		-8.463	99						
	9 25.2	714.5	90.8 90.8		-8.414						36	32
	10 22.7	717.0	91.0 91.0		-8.323							
	11 19.2	718.5	90.6 90.6		-7.927							
	12 17.8	717.0	90.4 90.4		-7.376							
	13 16.8	719.5	90.4 90.4		-6.736							
	14 16.0	720.0	90.8 90.8									
<i>Wick. mit Pendel abgezurieren</i>												
<i>Das Wick. nicht auf gestellt in einem Koppfen - Glinchen den 28. Mai 1914</i>												
	28											<i>Luftkamm geschlossen</i>
	29 18.3	571.8	90.4 90.4	-4.812	+7.067	+2.255	+0.335		+0.011			
	30 17.6	570.2	90.6 90.6	-4.865	+7.455	+2.590	+0.351		+0.005		36	
	31 17.2	569.3	90.7 90.7	-4.918	+7.859	+2.941	+0.351		-0.005			
Juni	1 17.0	568.7	90.7 90.7	-4.972	+8.264	+3.292	+0.351	+0.346		+0.007		
	2 16.8	568.0	90.7 90.7	-5.046	+8.648	+3.602	+0.310		+0.009			
	3 16.8	568.1	90.3 90.3	-5.120	+9.040	+3.920	+0.318		+0.001			
	4 16.5	567.4	90.3 90.3	-5.194	+9.421	+4.227	+0.307		+0.012			
	5 16.6	567.4	90.3 90.3	-5.268	+9.816	+4.548	+0.321		-0.002			
	6 16.2	566.8	90.0 90.0	-5.342	+10.225	+4.883	+0.335		-0.016		36	
	7 15.8	565.8	90.0 90.0	-5.416	+10.597	+5.181	+0.298		+0.021			
	8 15.8	565.8	90.3 90.3	-5.490	+10.996	+5.506	+0.325		-0.006			
	9 15.2	564.8	90.0 90.0	-5.564	+11.407	+5.843	+0.337	+0.319		+0.011		
	10 12.6	594.5	91.0 91.0	-5.629	+11.861	+6.232	+0.389		-0.081			
	11 12.0	592.0	91.0 91.0	-5.703	+12.260	+6.600	+0.356		-0.028			

Abb. 18: Ausschnitt aus dem Prüfprotokoll zur Ganggenauigkeit für die Uhr Nr. 356 von 1914 (DGC Archiv)

Außerdem benutzte Schuler ein so genanntes Ausgleichspendel, mit dem die Auswirkungen von Längenänderungen des Pendels auf die Schwingungsdauer reduziert werden konnten. Darüber hinaus wurden bei ihm die Pendelschwingungen berührungslos durch eine Lichtschranke opto-elektronisch erfasst. Die lange Geschichte der insgesamt vier nach der Konstruktion von Schuler gebauten Uhren ist im Riefler-Archiv der DGC-Bibliothek für den Zeitraum 1924 bis 1964 nachzulesen. Eine ausführliche Abhandlung hierzu hat Saluz<sup>39</sup> verfasst und gezeigt, dass der Erfolg nicht am Konzept, sondern an der mangelnden Zuverlässigkeit der elektronischen Komponenten scheiterte, die zur damaligen Zeit nicht die notwendige Langzeitstabilität besaßen.

Ab 1930 entwickelten dann Udo Adelsberger und Adolf Scheibe an der Physikalisch Technischen Reichsanstalt in Berlin bereits die ersten Quarzuhren in Deutschland mit einer für me-

chanische Präzisionspendeluhren unerreichbaren Genauigkeit.<sup>40</sup> Die Langzeitstabilität dieser Uhren war so gut, dass man damit 1935 Unregelmäßigkeiten in der Rotationsgeschwindigkeit der Erde entdeckte. (Abbildung 19) Quarzuhren und später die Atomuhren machten damit aufgrund ihrer Genauigkeit mechanische Präzisionspendeluhren überflüssig, und so endete 1965 nach gut 70 Jahren auch für die Firma Riefler die Zeit des Uhrenbaus.

**Das Riefler-Archiv der DGC Bibliothek**

Durch einen großen Glücksfall entdeckte Stefan Muser, Inhaber von Auktionen Dr. Crott, 2010 eine große Anzahl Aktenordner und weitere interessante Dokumente der Firma Clemens Riefler. Darunter ist die komplette Originalkorrespondenz von 1911 bis 1970 in 157 Aktenordnern. Ein großer Schatz sind auch die Aufzeichnungen der Gangergebnisse, die mit den Uhren während der meist monatelangen Prü-

fung erzielt wurden. Für insgesamt 493 aller 635 von Riefler gebauten Uhren sind diese Originalunterlagen noch vorhanden, beginnend mit der Uhr Nr. 20. (Abbildung 18) Auch eine Kopie des kompletten Verkaufsbuchs für alle 635 Uhren ist vorhanden. Stefan Muser erkannte sofort die Bedeutung der Unterlagen und erreichte nach längeren Verhandlungen, dass das gesamte Konvolut im Jahr 2012 der Bibliothek der Deutschen Gesellschaft für Chronometrie übergeben werden konnte. Hier steht es nun dauerhaft der Öffentlichkeit für wissenschaftliche und historische Forschungen zur Verfügung. Peter Dormann ist es zu verdanken, dass der gesamte Inhalt der Korrespondenz mit über 40 000 Seiten digital erschlossen und durchsuchbar ist. Eine Vielzahl weiterer Originaldokumente, darunter auch persönliche Briefe von und an Sigmund Riefler sowie sehr viele Werkstattzeichnungen, machen das Archiv zu einer wahren Fundgrube für jeden Forscher.

### Warum war Sigmund Riefler erfolgreich?

Zum Erfolg von Sigmund Riefler trug nicht nur sein Talent als Ingenieur und Erfinder bei, mit dem er geniale Verbesserungen für die Konstruktion von Präzisionspendeluhren schuf. Sicher beeinflussten ihn in seiner Jugend auch bereits die feinmechanische Arbeitswelt von Vater Clemens und dessen Reißzeuge.

Aufgrund seiner soliden finanziellen Situation als Mitinhaber der Firma Clemens Riefler stand Sigmund Riefler ein eigenes Forschungslaboratorium in München mit der Möglichkeit für aufwändige Untersuchungen zu Verfügung. Das ging weit über das hinaus, was sich ein normaler Uhrmacher je hätte leisten können. Diese Situation war mitverantwortlich für die in relativ kurzer Zeit erzielten Ergebnisse.

Ein weiterer Grund für den Erfolg der Riefler-Uhren war sicher der durch den Erfolg der Reißzeuge bereits weltweit bekannte Markenname »Riefler«. Mit diesem Namen verband man die

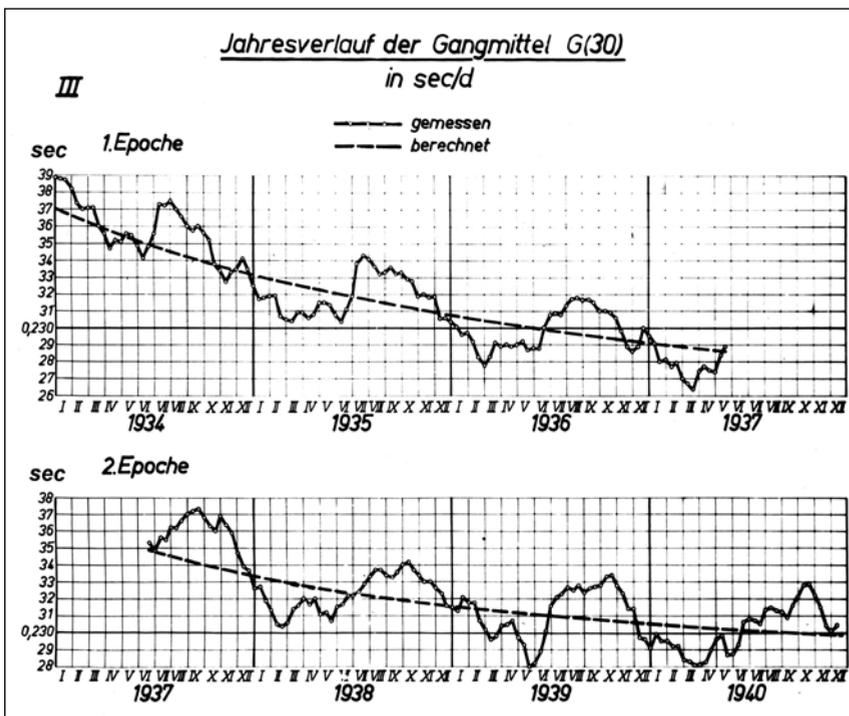


Abb. 19:  
Jahresverlauf der  
Gangmittel von  
1934–1940 für die  
Quarzuhr III der  
Physikalisch-Techni-  
schen Reichsanstalt  
(DGC-Bibliothek)

Standorte  
Places  
Places

von  
of  
des

„R



Abb. 20: Weltweite Standorte der Riefleruhren (DGC-Archiv)

# RIEFLER"

Uhren  
Clocks  
Horloges



Eigenschaften »erstklassige Qualität« und »weltweit führend«. Das erleichterte Sigmund Riefler den Eintritt in den Weltmarkt enorm, da aufgrund des eingeführten Markennamens das Feld marketingmäßig für ihn bestens bereitet war. Auf den internationalen Industriemessen konnte er seine Uhren ohne jede Anlaufschwierigkeiten neben den Reißzeugen präsentieren.

Wesentlich für Sigmund Riefler waren auch seine guten englischen und französischen Sprachkenntnisse. Die Firma Clemens Riefler war 1893 auf der Weltausstellung in Chicago mit ihren Reißzeugen vertreten. Sigmund Riefler reiste diesmal mit und stellte dort seine Uhr Nr. 6 aus. Hierfür erhielt er den ersten Platz beim Wettbewerb der Erfindungen auf dem Uhrengebiet. Mit seinem verkäuferischen Talent konnte er das Observatorium in Washington überzeugen, diese Uhr zu übernehmen. Zur erfolgreichen Vermarktung trug kräftig Adolf Leman von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt in Berlin bei, der 1893 nach Chicago mitreiste und dort beim internationalen Astronomiekongress einen Vortrag über die Erfolge des Rieflerschen Pendels und die freie Federkraftthemmung hielt.<sup>41</sup> Der Vortrag wurde anschließend in den offiziellen Bericht der amerikanischen Regierung übernommen. So macht man erfolgreich Werbung! Die 1900 an das Observatorium in Washington ausgelieferte Uhr Nr. 36 bildete dann einige Jahrzehnte zusammen mit drei weiteren Riefleruhren das Zeitnormal für die USA.<sup>42</sup>

Das beflügelte den Erfolg der Riefler-Uhren. Mehrere Preise kamen jedes Jahr dazu. 1900 erhielt er auf der Weltausstellung in Paris seinen ersten Grand Prix. Um die Aufmerksamkeit auf seine Uhren zu lenken, ließ er über seine Erfindungen in zahlreichen in- und ausländischen Zeitschriften ausführlich berichten. Diese Fachblätter wurden auch an den für ihn wichtigen Observatorien gelesen.

Ein Riesenerfolg für Sigmund Riefler war auch die Weltausstellung 1905 in Lüttich. Hier erhielt er sogar zwei Grand Prix und konnte die soeben fertiggestellte große Uhrenanlage der belgischen Sternwarte in Uccle der ganzen Welt präsentieren. Bei diesem bis heute erhaltenen System wurden insgesamt 19 Präzisionspendeluhren in

einen Verbund gebracht, darunter elf Uhren von Riefler mit vier Riefler-Tankuhren der höchsten Qualitätsstufe als Muttersystem.

Ein weiterer Aspekt für den Erfolg von Sigmund Riefler dürfte die weltweite Einführung der Einheitszeit Ende des 19. Jahrhunderts gewesen sein. Aus der Einführung des dazugehörigen Zeitzonensystems ergab sich zwingend die Zuständigkeit der einzelnen Staaten für ihre jeweiligen Zeitnormale. Entsprechend wuchs der Bedarf nach hochpräzisen Uhren. Mit Hilfe der Telegraphie wurden bereits seit Mitte des 19. Jahrhunderts länderübergreifende Zeitvergleiche durchgeführt, unter anderem zur Positionsbestimmung der Sternwarten. Kein Land wollte sich daher mit seinem Zeitnormal die Blamage leisten, in Bezug auf Genauigkeit nicht mit den Nachbarländern mithalten zu können. Ein wunderbares Verkaufsargument für eine Firma, die sich der Welt als führender Hersteller der besten Präzisionspendeluhren präsentierte. Sigmund Rieflers Uhren kamen also genau im richtigen Moment. Innerhalb kurzer Zeit erwarben weltweit viele Länder Riefler-Uhren als landesweites Zeitnormal. Abb. 20 zeigt das beeindruckend.

In Deutschland erfolgte die gesetzliche Einführung der mitteleuropäischen Einheitszeit am 1. April 1893. Sigmund Riefler bot dazu bereits ab 1895 eine Zeitübertragung für Uhrmacher und andere Interessenten über sein Telefon im Labor in München an.<sup>43</sup> Die Zeitzeichen wurden an den Telefonhörer oder Streifenchronographen des Anrufers übertragen, so dass man auf circa 0,1 Sekunde genau das Signal abhören konnte. Diese Entwicklung zur telefonischen oder telegrafischen Verbreitung von Sekundensignalen dürfte auch das Geschäft mit Präzisionspendeluhren beeinflusst haben. Denn bereits seit März 1910 sendete die Funkstation in Norddeich drahtlose Zeitsignale und auch die Berliner Sternwarte versorgte zu dieser Zeit schon 300 Abonnenten über die Firma Normalzeit telefonisch mit Sekundensignalen.<sup>44</sup> Ab 1919 war dann die Hamburger Seewarte in Deutschland zuständig für den Funkzeichendienst und sendete weltweit Zeitsignale. Damit konnten alle Schiffe auf den Weltmeeren täglich die genaue Zeit empfangen.<sup>45</sup> Auch für diesen Service wurden zwei Riefler-Tankuhren benötigt.

Waren Riefleruhren auch ein wirtschaftlicher Erfolg? Zu dieser interessanten Frage gibt es leider keine Zahlen. Sicher ist, dass aus den Gewinnen der Reißzeugfertigung zumindest die Uhrentwicklung großzügig finanziert werden konnte. Sigmund Riefler strebte nach allerhöchster Präzision. Damit waren seine Zielgruppe zunächst Observatorien sowie wissenschaftliche Institute. Diese erwarben auch den Großteil der insgesamt nur 635 Uhren, die im Lauf von 70 Jahren hergestellt wurden. Die Preise für solche Uhren waren hoch. Laut Preisliste von 1906 betragen sie zwischen 1500 Mark (Typ A) und 3800 Mark (höchste Qualität). Das entsprach dem Wert eines Einfamilienhauses. Eine Sekundenpendeluhr mit »lediglich« Grahamgang wurde dagegen für »nur« 600 Mark angeboten.<sup>46</sup> Sehr gut lief das Geschäft mit den Invarpendeln, von denen insgesamt 4104 Stück produziert wurden. Davon wurden aufgrund ihrer hervorragenden Eigenschaften 3500 Stück von anderen Hersteller von Präzisionsuhren erworben.<sup>47</sup>

### Fazit

Sigmund Riefler war er ein genialer Ingenieur mit großem Wissen und ausgeprägten analytischen Fähigkeiten. Er studierte die Schwachstellen der damaligen Zeitmesser, fand zu deren Beseitigung neuartige Ansätze und setzte diese mit steter Optimierung in die Praxis um.

Auf den Punkt hat es Jürgen Ermert gebracht: »Sigmund Riefler ist insofern viel mehr als »einer der bedeutendsten Uhrmacher aller Zeiten«: Er war ein äußerst kreativer und exzellent begabter Uhren-Konstrukteur mit hohem uhrmacherischen Basiswissen, der damals das industriemäßig, wissenschaftlich und ökonomisch weltweit erforderlich werdende Zeitnormal und Zeitdienst-Thema massiv mit seinen neuen Präzisionspendeluhren »befeuerte«.<sup>48</sup>

### Literatur

- Adelsberger, Udo / Scheibe, Adolf: Die Gangleistungen und technischen Einrichtungen der Quarzuhren der Physikalischen Technischen Reichsanstalt in den Jahren 1932–1944. Band 1: Die Quarzuhren der PTR und der Nachweis der Schwankung der astronomischen Tageslänge, Typoskript Berlin, Heidelberg und Braunschweig 1950.
- Bain, Alexander: Improvements in the Application of Moving Power to Clocks and Timepieces. Patentschrift GB 8783 vom 11. Januar 1841.
- Bain, Alexander: A Short History of the Electric Clocks, London 1852.
- Die neue Strassersche astronomische Pendeluhr »DUB«, in: Deutsche Uhrmacher-Zeitung 32, 1908, Nr. 14, S. 219 f.
- Ermert, Jürgen: Präzisionspendeluhren in Deutschland von 1730 bis 1940, bislang 5 Teilbände erschienen, Overath 2013.
- Foerster, Wilhelm: Über die gegenwärtige Entwicklungsstufe der Zeitmessung und Zeitregelung, in: Deutsche Uhrmacher-Zeitung 34, 1910, Nr. 17, S. 280 f.
- Saluz, Eduard: Die genaueste Pendeluhr der Welt – aber wozu? in: Deutsche Gesellschaft für Chronometrie. Jahresschrift 52, 2013, S. 125–138.
- Kummer, Hans-Jochen: Ludwig Strasser – Ein Uhrenfachmann aus Glashütte, München 1994.
- Pavel, Heinrich: Die Schichtungskompensationspendel von Sigmund Riefler, in: Deutsche Gesellschaft für Chronometrie. Jahresschrift 54, 2014, S. 157–172.
- Riefler, Dieter: Riefler Präzisions-Pendeluhren von 1890–1965, 2. Auflage, München 1991
- Riefler, Dieter: 155 Jahre Clemens Riefler, Nesselwang, 2016.
- Riefler, Sigmund: Doppelradhemmung für Chronometer mit vollkommen freier Unruhe und für Pendeluhren mit freiem Pendel, in: Bayerisches Industrie- und Gewerbeblatt 22, 1890, Nr. 10, S. 113–119.
- Riefler, Sigmund: Hemmung für Chronometer und andere tragbare Uhren mit vollkommen freischwinger Unruh und für Standuhren mit gänzlich freischwingendem Pendel, in: Deutsche Uhrmacher-Zeitung 14, 1890, No. 5, S. 34–36.
- Riefler, Sigmund: Die Präzisions-Uhren mit vollkommen freiem Echappement und neuem Quecksilber-Compensationspendel, München 1894.
- Riefler, Sigmund: Das Nickelstahl-Compensationspendel D. R. P. 100870, München 1902.

- Riefler, Sigmund: Präzisions-Pendeluhr und Zeitdienstanlagen für Sternwarten, München 1907.
- Giebel, Karl: Das Pendel, 2. Auflage, Halle 1951.
- Riefler, Sigmund: Tabellen der Luftgewichte, der Druckäquivalente und der Gravitation, Berlin 1912.
- Saluz, Eduard: Der Ingenieur als Uhrmacher – Sigmund Riefler und seine freie Federkrafthemmung, in: Deutsche Gesellschaft für Chronometrie, Jahresschrift 51, 2012, S. 89 – 100.
- Saluz, Eduard: Die genaueste Pendeluhr der Welt – aber wozu? in: Deutsche Gesellschaft für Chronometrie. Jahresschrift 52, 2013, S. 125 – 138.
- Testorf, Friedrich: Die Elektrizität als Antriebskraft für Zeitmessinstrumente, Halle 1910.
- J. Neher Söhne, Turmhuhrenfabrik und mechanische Werkstätte [Firmenschrift], München ca. 1899.
- Winbauer, Alois: Elektrische Normaluhr, in: Österreichisch-Ungarische Uhrmacher-Zeitung 3, No. 1, 1883, S. 2 f.
- 10 Riefler: Die Präzisions-Uhren (wie Anm. 9), S. 5
- 11 Riefler: Die Präzisions-Uhren (wie Anm. 9), S. 6
- 12 Riefler: Die Präzisions-Uhren (wie Anm. 9), S. 13
- 13 Riefler: Die Präzisions-Uhren (wie Anm. 9), S. 14
- 14 Riefler: 155 Jahre (wie Anm. 1), S. 18
- 15 Riefler, Sigmund: Das Nickelstahl-Compensationspendel D. R. P. 100870, München 1902.
- 16 Riefler: Riefler Präzisions-Pendeluhr (wie Anm. 7), S. 38
- 17 Riefler: Das Nickelstahl-Compensationspendel (wie Anm. 13).
- 18 Giebel, Karl: Das Pendel, 2. Auflage, Halle 1951, S. 124 ff.
- 19 Kummer, Hans-Jochen: Ludwig Strasser – Ein Uhrenfachmann aus Glashütte, München 1994, S. 42.
- 20 Pavel, Heinrich: Die Schichtungskompensationspendel von Sigmund Riefler, in: Deutsche Gesellschaft für Chronometrie. Jahresschrift 54, 2014, S. 157 – 172.
- 21 Riefler: 155 Jahre (wie Anm. 1), S. 20
- 22 Riefler: Riefler Präzisions-Pendeluhr (wie Anm. 7), S. 136
- 23 Bain, Alexander: Improvements in the Application of Moving Power to Clocks and Timepieces. Patentschrift GB 8783 vom 11. Januar 1841.
- 24 Foerster, Wilhelm: Das electromagnetische Echappement von Tiede und die Pendeluhr im luftdicht verschlossenen Raume, in: Astronomische Nachrichten Nr. 1636, 69, 1867, Sp. 55 – 57.
- 25 Winbauer, Alois: Elektrische Normaluhr, in: Österreichisch-Ungarische Uhrmacher-Zeitung 3, No. 1, 1883, S. 2 f.
- 26 Riefler: Riefler Präzisions-Pendeluhr (wie Anm. 7), S. 51.
- 27 Riefler: Riefler Präzisions-Pendeluhr (wie Anm. 7), S. 52.
- 28 Riefler: Riefler Präzisions-Pendeluhr (wie Anm. 7), S. 51.
- 29 Steinheil, Carl August: Beschreibung und Abbildung der von dem k. Akademiker und Conservator, Professor Dr. Steinheil erfundenen galvanischen Uhren, in: Kunst- und Gewerbeblatt des polytechnischen Vereins für das Königreich Bayern 29, 1843, Sp. 127 – 142.
- 30 Bain, Alexander: A Short History of the Electric Clocks, London 1852, S. 22 – 28.
- 31 Riefler, Sigmund: Präzisions-Pendeluhr und Zeitdienstanlagen für Sternwarten, München, 1907.

## Anmerkungen

- 1 Riefler, Dieter: 155 Jahre Clemens Riefler, Nesselwang, 2016, S. 17
- 2 Riefler, Sigmund: Doppelradhemmung für Chronometer mit vollkommen freier Unruhe und für Pendeluhr mit freiem Pendel, in: Bayerisches Industrie- und Gewerbeblatt 22, 1890, Nr. 10, S. 113 – 119.
- 3 Riefler, Sigmund: Hemmung für Chronometer und andere tragbare Uhren mit vollkommen freischwingender Unruhe und für Standuhren mit gänzlich freischwingendem Pendel, in: Deutsche Uhrmacher-Zeitung 14, 1890, No. 5, S. 34 – 36.
- 4 Saluz, Eduard: Der Ingenieur als Uhrmacher – Sigmund Riefler und seine freie Federkrafthemmung, in: Deutsche Gesellschaft für Chronometrie, Jahresschrift 51, 2012, S. 89 – 100.
- 5 Ermert, Jürgen: Präzisionspendeluhr in Deutschland von 1730 bis 1940, bislang vier Teilbände, Overath 2013 ff.
- 6 Ermert, Jürgen: Präzisionspendeluhr in Deutschland von 1730 bis 1940, Bd. 5, Overath (erscheint demnächst).
- 7 Riefler, Dieter: Riefler Präzisions-Pendeluhr von 1890 – 1965, 2. Auflage, München 1991, S. 28
- 8 Riefler, Dieter: Riefler Präzisions-Pendeluhr (wie Anm. 7), S. 29
- 9 Riefler, Sigmund: Die Präzisions-Uhren mit vollkommen freiem Echappement und neuem Quecksilber-Compensationspendel, München 1894, S. 3

- 32 Ermert: Präzisionspendeluhren, Bd. 5 (wie Anm. 6).
- 33 J. Neher Söhne, Turmuhrenfabrik und mechanische Werkstätte [Firmenschrift], München ca. 1899.
- 34 Ermert: Präzisionspendeluhren, Bd. 5 (wie Anm. 6).
- 35 Ermert: Präzisionspendeluhren, Bd. 5 (wie Anm. 6).
- 36 Ermert: Präzisionspendeluhren, Bd. 5 (wie Anm. 6).
- 37 Riefler: Die Präzisions-Uhren (wie Anm. 9), S. 18
- 38 Riefler, Sigmund: Tabellen der Luftgewichte, der Druckäquivalente und der Gravitation, Berlin 1912.
- 39 Saluz, Eduard: Die genaueste Pendeluhr der Welt – aber wozu? in: Deutsche Gesellschaft für Chronometrie. Jahresschrift 52, 2013, S. 125 – 138.
- 40 Adelsberger, Udo/Scheibe, Adolf: Die Gangleistungen und technischen Einrichtungen der Quarzuhren der Physikalischen Technischen Reichsanstalt in den Jahren 1932–1944. Band I: Die Quarzuhren der PTR und der Nachweis der Schwankung der astronomischen Tageslänge, Typoskript Berlin, Heidelberg und Braunschweig 1950.
- 41 Die Präzisions-Uhren (wie Anm. 9), S. 2
- 42 Riefler: 155 Jahre (wie Anm. 1), S. 21
- 43 Riefler: 155 Jahre (wie Anm. 1), S. 19
- 44 Wilhelm Foerster: Über die gegenwärtige Entwicklungsstufe der Zeitmessung und Zeitreglung. In: Deutsche Uhrmacher-Zeitung, 34. Jhg (1910), Nr. 17, S. 280 f.
- 45 Riefler: 155 Jahre (wie Anm. 1), S. 20
- 46 Riefler: Riefler Präzisions-Pendeluhren (wie Anm. 7), S. 142
- 47 Riefler: Riefler Präzisions-Pendeluhren (wie Anm. 7), S. 136
- 48 Ermert: Präzisionspendeluhren, Bd. 5 (wie Anm. 6).



### Bernhard Huber

Nach dem Studium der Physik und Mathematik promovierte Bernhard Huber im Bereich Ingenieurwissenschaften an der Universität Erlangen. Danach war er im Philips Konzern mit dem Aufbau verschiedener Entwicklungsbereiche beauftragt, zuletzt als Gesamtverantwortlicher für alle IT-Aktivitäten, anschließend Mitglied der deutschen Geschäftsführung eines internationalen IT-Dienstleisters. Mechanische Zeitmesser, Bücher und Bibliotheken waren seit vielen Jahren seine Leidenschaft. Nach dem Eintritt in den Ruhestand entwickelte er ab 2003 bis heute die Bibliothek der DGC in Nürnberg zur größten Fachbibliothek für den Bereich Zeitmessung in Europa, verbunden mit zahllosen begleitenden Aktivitäten.